

Title	食道再建用胃管の血行動態に関する実験的研究
Author(s)	森, 琢磨
Citation	日本外科宝函 (1991), 60(4): 250-263
Issue Date	1991-07-01
URL	http://hdl.handle.net/2433/203798
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

食道再建用胃管の血行動態に関する実験的研究

京都大学医学部外科学教室第1講座（指導：戸部隆吉教授）

森 琢 磨

〔原稿受付：平成3月24日〕

An Experimental Study on the Hemodynamics of the Gastric Tube for Esophageal Reconstruction

TAKUMA MORI

The 1st Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University.

Though gastric tubes are most frequently used for reconstruction of esophagus, high rate of suture insufficiency at the site of anastomosis including minor leakage still remains as a nuisance problem. As causes for suture insufficiency at the site of anastomosis, not only systemic factors such as hypoproteinemia, pulmonary function disorder, etc. but also local factors such as insufficient blood flow in gastric tube, mechanical tension on the suture site, etc. have been pointed out.

The author studied hemodynamics of the gastric tube in mongrel dogs under various conditions in detail with hydrogen gas clearance method and obtained the following results.

1. When gastric tube of greater curvature with diameter of about 3 cm (hereinafter referred to as gastric tube) is made from the whole gastric tube of one dog, tissue blood flow of the oral end of the gastric tube increased by 76%.

2. When tension of 500 g was loaded to the gastric tube in the direction toward head, tissue blood flow of the oral end of the gastric tube decreased by 12%.

3. When the gastric tube was incised circumferentially through seromuscular layer, tissue blood flow of the oral end of the gastric tube made no remarkable change.

4. In the gastric tube, measurement of tissue blood flow was possible from the terminal pulsating branch of the right gastroepiploic artery for 6 cm toward the oral site.

Tissue blood flow decreased as the site of measurement became closer to the oral edge of the gastric tube in proportion to the distance. In the cases whose sutures were performed at 3 cm and 4.5 cm oral from the terminal pulsating branch of the right gastroepiploic artery, any leakage was not seen. However in 2 cases of 5 whose sutures were performed at 6 cm, leakages were observed.

5. When sympathetic nerve around the common hepatic artery was removed, tissue blood flow of the gastric tube increased as much as 53%.

Key words: Hydrogen gas clearance method, Gastric tube, Blood flow measurement, Sympathetic nerve resection, Diurnal variation

索引語：水素ガスクリアランス法，胃管，血流測定，交感神経切除，日内変動

Present address: The 1st Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, 606, Japan.

6. In cases whose sympathetic nerve were untouched, tissue blood flow of the oral end of the gastric tube was measured everyday for one week after the operation. For three days after operation, the blood flow remained low but from the 4th postoperative day it gradually increased and on the 7th postoperative day it was about 45% of that of preoperative stomach and 124% of that at the time of the gastric tube preparation.

7. In cases with sympathetic nerve resection, the tissue blood flow of the oral end of the gastric tube was observed for one week after operation. On the first postoperative day, blood flow decreased but recovered everyday and on the 7th postoperative day it was about 58% of that of preoperative stomach and 107% of that of the gastric tube at the time of sympathetic denervation.

8. Effect of sympathetic nerve resection around the common hepatic artery lasted at least for a week.

9. With intravenous anesthesia, the tissue blood flow of the oral end of the gastric tube decreased by about 10%.

10. For a week after operation, change of tissue water amount of the oral end of the gastric tube was adversely correlated with change of the tissue blood flow of the gastric tube.

11. For a week after operation, change of serum noradrenaline level and change of serum cortisol level were adversely correlated with change of the tissue blood flow of the gastric tube.

12. On the 4th postoperative day, serum noradrenaline and serum cortisol changed diurnally but tissue blood flow did not show significant change.

結 言

食道癌の手術成績は、幾多の先人の努力により向上してきたが、他の消化器癌の手術成績に比較すると、一般に必ずしも満足すべき状態ではない。ことに縫合不全の発生頻度は施設により、あるいは術者により、かなりの相違があり、きわめて低い報告がある一方では、なおかなりの高率を示す報告もあり^{14,29,34)}、頸部吻合の場合には、致命的にならないまでも不愉快な瘻孔形成を来し、胸腔内吻合の場合には、手術直後死に至る場合もあり、術中術後管理の発達した現在でも縫合不全の問題は重要である。吻合部縫合不全の原因として、1) 吻合部、特に食道再建用胃腸管における血流障害、2) 食道組織が漿膜を欠き、血流に乏しいこと、3) 吻合部が頸部、あるいは胸腔内である為に、局所の安静を保ちにくい環境であること、4) 技術的欠陥、5) 食道癌患者は特に栄養状態が悪いということ、等の局所的、全身的因子が考えられているが、外科管理の発達した現在では、最も重要視すべき因子として食道再建用胃腸管における血流障害が推測されている。

今日最も一般的に用いられている食道再建用臓器は胃である。吻合部の縫合不全発生防止の面から、胃管の血流を種々の条件下で観察することは意義あること

と思われる。食道再建用胃管の血流に関する研究は、種々の方法により、古くから数多くなされてきているが、その多くが急性実験であり、吻合部縫合不全の発生が問題となる時期、すなわち術後1週間の胃管の詳細な血行動態に関する報告は皆無である。又従来の研究は、ほとんどが全身麻酔下での血流測定であり、意識下における血流測定の報告はみあたらない。

今回水素ガスクリアランス法を用いて、種々の条件下の胃管の血行動態を成犬を使用して検討した。すなわち、まず食道再建用胃管の太さと血流の関係を検討し、種々の太さの胃管のうち一番血流のよい胃管を選んで、張力付加の胃管血流に及ぼす影響、漿膜筋層切離の胃管血流に及ぼす影響、胃管各部位の血流分布と縫合不全との関係、交感神経切除の胃管血流に及ぼす影響、等を検討した。次に胃管の血行動態を術後1週間に亘り詳細に検討して、術後酸素療法等の必要性の有無を実験的に調べた。胃管の血流増加をもたらすと予想される交感神経切除の効果の持続性も検討した。更に全身的な手術侵襲及び術中の胃管局所に対する障害と術後の胃管血流との関係をそれぞれ検討した。最後に手術による影響が強く残っていると思われる術後4日目における胃管血流の日内変動の有無を検索した。

を作製し、血流を測定した。最後に右胃動脈の一部と右胃大網動脈によって栄養される約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製して血流を測定した。(図 2)

〔2〕張力付加の胃管血流に及ぼす影響

上記実験〔1〕と同様に約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製し、白金電極を同部位に埋没固定した後に血流を測定した。次に臨床上部吻合部に付加されないであろうと思われる 500 g の強い張力を胃管の長軸方向に付加し、胃管を左頸部方向に牽引して血流を測定した。

〔3〕漿膜筋層切離の胃管血流に及ぼす影響

上記実験〔1〕と同様に約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製し、胃管先端部の血流を測定した。次に胃管の右胃大網動脈の最終拍動枝の部と、それより 2 cm、及び 4 cm 肛門側の 3ヶ所に全周生の漿膜筋層切離を加え、胃管の延長を計り、血流を測定した。

〔4〕胃管の血流分布と縫合不全との関係

約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製し、大彎側より約 1.5 cm 小彎側寄りの線上で、右胃大網動脈の最終拍動枝より 0 cm、3 cm、4.5 cm、6 cm、7.5 cm、口側の部位の血流をそれぞれ測定した。次に 3 cm、4.5 cm、6 cm の部位で胃管をそれぞれ切離し、断端を Gambee

法にて一層で縫合閉鎖した。以上、3 cm で縫合閉鎖した群、4.5 cm で縫合閉鎖した群、6 cm で縫合した群の 3つの実験群を作製し、術後 1 週間目に開腹し、縫合閉鎖した部位の leakage の有無を検索した。なお 7.5 cm の部位では組織血流が組織壊死の為測定不能であったため、慢性実験に供さなかった。(図 3)

〔5〕交感神経切除の胃管血流に及ぼす影響

開腹後、実験〔1〕と同部位に白金電極を埋没し、無操作の胃の血流を測定した後に、約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製し血流を測定した。次に総肝動脈周囲の交感神経を約 1 cm に亘り可及的に切除した後に血流を測定した。又同時に心拍出量の変化が組織血流に影響を及ぼしているかどうかを検討する為に、心拍出量を測定した。(図 4)

〔6〕A. 交感神経非切除群の胃管血流の術後変化

開腹後、実験〔1〕と同部位の胃壁に白金電極を埋没固定し、無操作の胃の血流をまず測定した。次に約 3 cm 幅の大彎側胃管を作製し、血流を測定した。最後に残胃空腸吻合を付加した後に、胃管を腹腔内へ放置し、白金電極を体外へ誘導し閉腹した。術後 1 週間毎日定刻午前 8 時に、意識下で血流を測定した。

〔6〕B. 交感神経切除群の胃管血流の術後変化

実験〔1〕と同部位の胃壁に白金電極を埋没固定し、無操作胃、大彎側胃管の血流をそれぞれ測定した後に、総肝動脈周囲の交感神経切除を約 1 cm に亘り、施行し、血流を測定した。残胃空腸吻合を付加し、術後 1 週間毎日定刻午前 8 時に意識下で血流を測定した。(図 5)

〔6〕C. 静脈麻酔の胃管血流に及ぼす影響

実験〔1〕と同様に電極を埋没固定した術後 14 日目の犬の大彎側胃管の先端血流を、意識下で測定した後に、ペントバルビタール 30 mg/kg を静注し、静脈麻

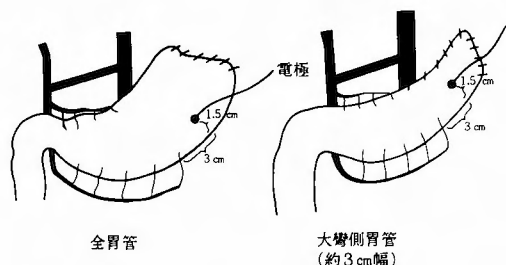


図 2 全胃管及び大彎側胃管の血流測定モデル

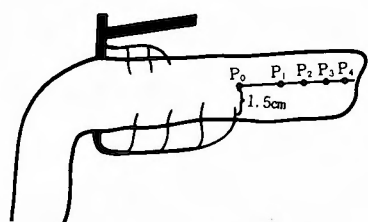


図 3 胃管の血流分布と縫合不全発生の実験モデル
P₀, P₁, P₂, P₃, P₄ は、夫々右胃大網動脈最終拍動枝より口側 0 cm、3 cm、4.5 cm、6 cm、7.5 cm の血流量測定部位である。
3 cm、4.5 cm、6 cm の部位で、口側断端を縫合閉鎖して縫合不全の発生を、検索した。

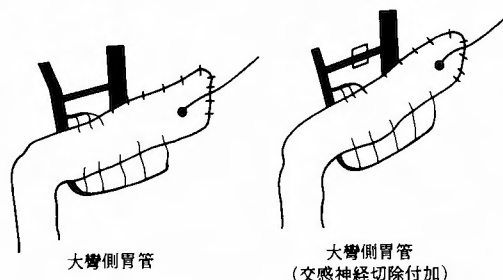


図 4 総肝動脈周囲の交感神経切除付加前後の大彎側胃管の血流測定モデル

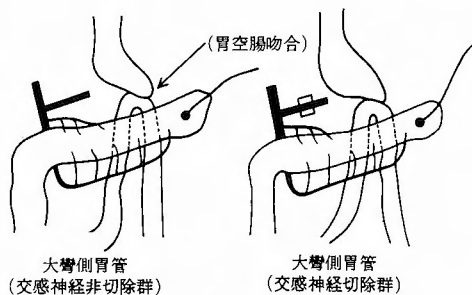


図5 胃管の経時的血流量測定の実験モデル

酔下の血流を測定した。

〔7〕胃管先端水分量の術後変化

実験〔1〕と同様に大彎側胃管を作製し、術後1日目、3日目、5日目、7日目に屠殺して上記測定方法にて、右胃大網動脈の最終拍動枝より口側の胃管の水分量を測定した。又、胃管作製前の無操作胃の一部を採取して、水分量を測定し、これをコントロールの値とした。

〔8〕血清のカテコールアミン及び血清コルチゾールの術後変化

雑種成犬の頸静脈より採血用のカテーテルを上大静脈に留置し、この操作の影響のなくなったと思われる、カテーテル留置後4日目に術前の血清カテコールアミン及び血清コルチゾールを上記測定法にて測定した。次に大彎側胃管を作製して、術直後及び術後1週間毎日午前8時に採血して、血清カテコールアミン及び血清コルチゾールを経時的に測定した。

〔9〕胃管血流の日内変動と血清カテコールアミン及び血清コルチゾールとの関係

実験〔1〕と同様に約3cm幅の大彎側胃管を作製し、同様の部位に白金電極を埋没固定し、残胃空腸吻合を付加した雑種成犬において、術後4日目に、胃管先端血流と血清カテコールアミン、血清コルチゾールを午前8時より、4時間毎に、24時間に亘り意識下で測定した。

実験成績

〔1〕各種胃管の血流測定 (図6)

開腹直後の無操作胃の組織血流量を100%とすれば、全胃管の組織血流量は $25.1 \pm 9.1\%$ 、約3cm幅の大彎側胃管の組織血流量は $41.9 \pm 12.9\%$ となり、全胃管より大彎側胃管を作製すれば $76 \pm 47\%$ の血流量増加が認められた。

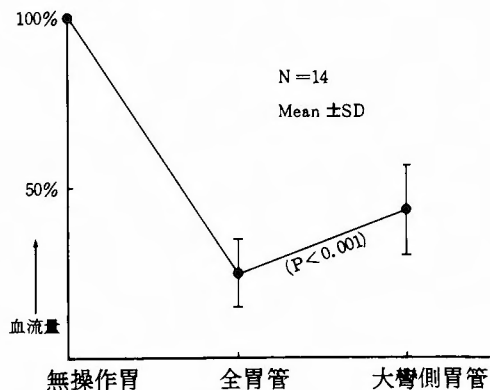


図6 全胃管から大彎側胃管に変更した際の血流量の変化

($P < 0.001$) (Mean \pm SD)

〔2〕張力付加の胃管血流に及ぼす影響 (図7)

日常の臨床で、ほとんど胃管に付加されないと思われる500gという大きな張力を大彎側胃管に付加すれば、胃管先端血流量は付加前の 44.7 ± 8.6 ml/min/100gから 39.3 ± 9.3 ml/min/100gとなり、約12%の血流量減少が認められた。($P < 0.05$) (Mean \pm SD)

〔3〕漿膜筋層切離の胃管血流に及ぼす影響 (図8)

約3cm幅の大彎側胃管の右胃大網動脈の最終拍動枝の部位とそれより2cm及び4cm肛門側の部位に計3ヶの全周性の漿膜筋層切離を加え胃管の延長を計り、切離前後の血流を測定した。漿膜筋層切離を加え

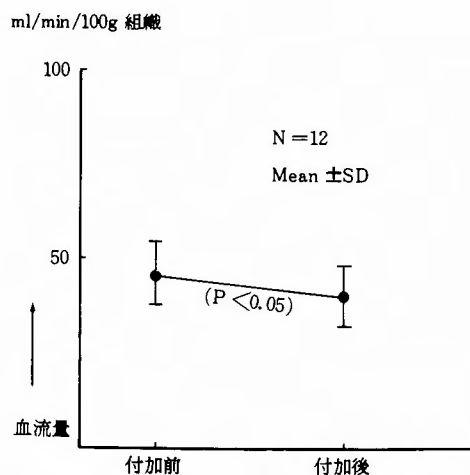


図7 張力付加 (500 g) の胃管先端血流量に及ぼす影響

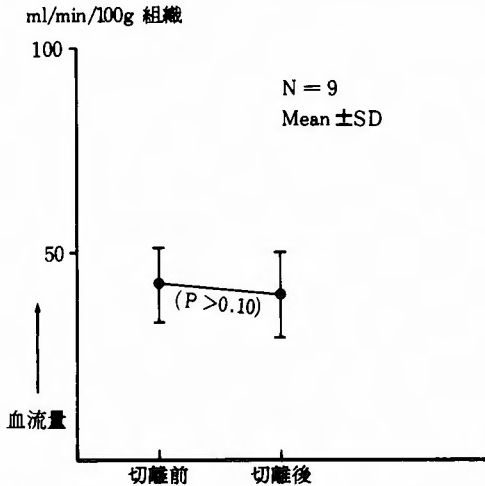


図8 漿膜筋層切離の胃管先端血流量に及ぼす影響

る前の組織血流量は 42.3 ± 9.1 ml/min/100 g で、漿膜筋層切離後は 40.2 ± 9.8 ml/min/100 g であった。(Mean \pm SD) 漿膜筋層切離前後に、やや血流量の減少傾向はあったが、両者間に有意差はなかった。

[4] 胃管各部位の血流分布と縫合不全との関係

約 3 cm 幅の大彎側胃管の最終拍動枝の部位の組織血流量を100%とすれば、3 cm、4.5 cm、6 cm の部位の血流量はそれぞれ $74.5 \pm 17.8\%$ 、 $62.5 \pm 19.7\%$ 、 $38.0 \pm 13.7\%$ で、7.5 cm の部位の血流は全て測定不能であった。組織血流量は最終拍動枝の部位より口側に遠ざかるにつれ、ほぼ直線的に有意に減少した。(Mean \pm SD)(図9)

右胃大網動脈の最終拍動枝より 3 cm、4.5 cm で縫合閉鎖した群では、全例に leakage を全く認めなかつ

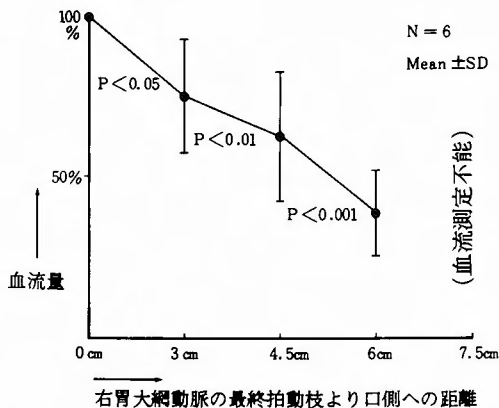


図9 胃管各部位の血流量

たが、最終拍動枝より 6 cm で縫合閉鎖した群では、5 例のうち 2 例に leakage を認めた。最終拍動枝より 7.5 cm の部位では、急性実験中すでに血流測定不能であったので、たとえ縫合閉鎖したとしても全例に leakage が発生すると思われたので、慢性実験より除外した。このように右胃大網動脈の最終拍動枝より口側に 4.5 cm までは縫合不全は認めず100%安全と思われた。(図10)

[5] 交感神経切除の胃管血流に及ぼす影響 (図11)

約 3 cm 幅の大彎側胃管に総肝動脈周囲の交感神経切除を付加し、その前後の血流を測定した。無操作胃の組織血流量を100%とすると交感神経切除前の胃管の組織血流量は $38.3 \pm 17.3\%$ であり、切除後の血流量は $57.0 \pm 18.7\%$ となり、総肝動脈周囲の交感神経切除を付加することにより、 $53.0 \pm 28.7\%$ の血流量増加が得られた。(P < 0.001) (Mean \pm SD) 同時に交感神経切除前後の心拍出量を熱稀釈法にて測定した。交感神経切除前は 137 ± 12 ml/kg で、切除後は 132 ± 11 ml/kg で、統計学的に有意差を認めなかった。すなわち、胃

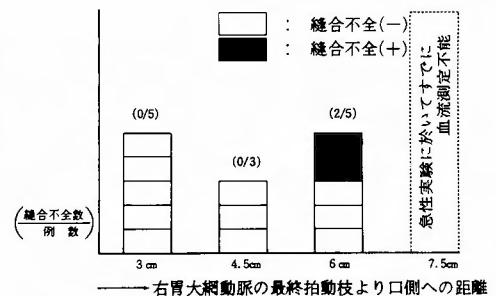


図10 胃管各部位と縫合不全との関係

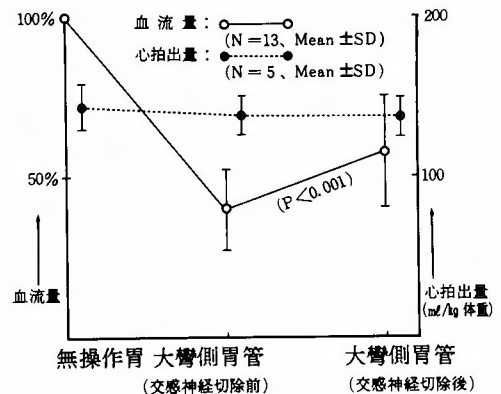


図11 交感神経切除の胃管先端血流量に及ぼす影響

管先端血流の50%にもおよぶ増加は交感神経切除の影響であり、心拍出血量の増加によるものではないことが判明した。

[6] A. 交感神経非切除群の胃管血流の術後変化 (図12)

開腹直後の無操作の胃の組織血流量を100%とすると、大彎側胃管の血流量は $36.2 \pm 10.0\%$ となり、術後1日目が $19.7 \pm 4.3\%$ 、2日目が $20.5 \pm 5.2\%$ 、3日目が $24.0 \pm 2.9\%$ 、4日目が $33.5 \pm 5.4\%$ 、5日目が $33.0 \pm 4.5\%$ 、6日目が $41.2 \pm 3.9\%$ 、7日目が $45.0 \pm 5.7\%$ となった。術後1日目に血流は最低となり、それ以後

は血流は漸増し、術後6日目には、術直後の大彎側胃管の血流量を回復し、術後7日目の血流量は、無操作胃の血流量の約45%であった。(Mean \pm SD)

[6] B. 交感神経切除群の胃管血流の術後変化 (図13)

開腹直後の無操作の胃の組織血流量を100%とすると、約3cm幅の大彎側胃管の血流量は $38.4 \pm 7.4\%$ となり、この胃管に総肝動脈周囲の交感神経切除を付加すれば、血流量は、 $54.0 \pm 12.9\%$ となり、術後1日目の血流量は $22.9 \pm 6.5\%$ 、2日目は $41.0 \pm 7.7\%$ 、3日目は $41.0 \pm 7.3\%$ 、4日目は $54.0 \pm 4.7\%$ 、5日目は $54.8 \pm$

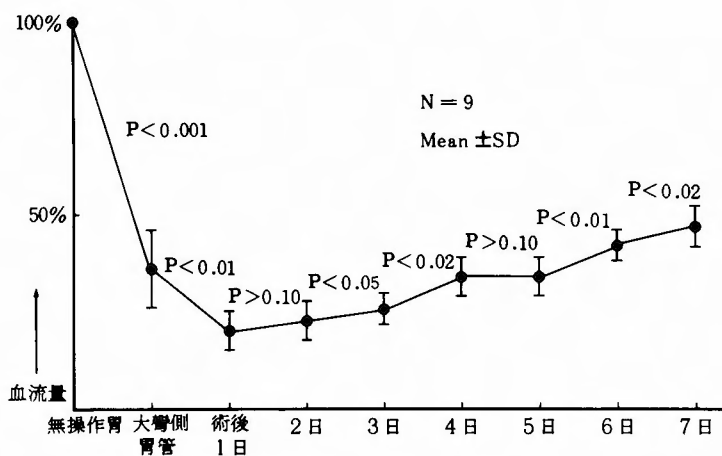


図12 大彎側胃管 (交感神経非切除群) の術後1週間の血流量変化

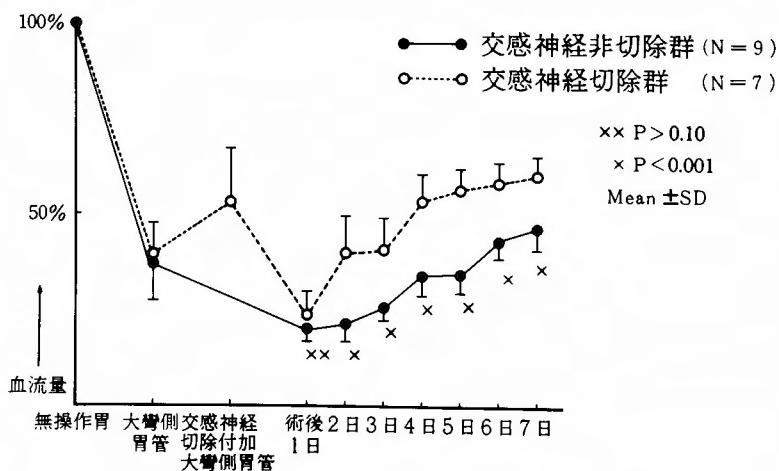


図13 大彎側胃管の術後1週間の血流量変化
(交感神経切除群の交感神経非切除群に対する比較)

4.2%, 6日目は $56.0 \pm 5.3\%$, 7日目は $57.8 \pm 4.5\%$ となった。術後1日目には、交感神経非切除群と同様に血流はかなり低下したが、術後2日目より血流は急激に回復し、術後4日目で交感神経切除直後の血流量に回復した。術後7日目では無操作胃の血流量の約58%であった。

交感神経非切除群と交感神経切除群の術後7日目までの両群の組織血流量を比較すれば、血流が最低となる術後1日目は、両群間に血流の有意差を認めないが($P > 0.10$)、術後2日目より術後7日目まで交感神経切除群の血流が交感神経非切除の血流よりも、有意に高値を示し($P < 0.001$)、少なくとも測定を行った術後1週間は総肝動脈周囲の交感神経切除の効果が認められた。又交感神経非切除群では血流量の低下が術後ほぼ3日間持続したが、交感神経切除群では術後1日目のみ血流量が低下したが、術後2日目より急速に回復した。

[6] C. 静脈麻酔の胃管血流に及ぼす影響 (図14)

意識下の胃管先端血流を100%とすると、ベントバルビタール静脈麻酔後は $90.8 \pm 10.0\%$ となり $P < 0.01$ で、先端血流は約10%低下した。

[7] 胃管先端水分量の術後変化 (図15)

コントロールとしての無操作の胃の水分量は、

$$\left(1 - \frac{\text{乾燥重量}}{\text{湿重量}}\right) \times 100\%$$

で表すと、 $76.9 \pm 0.82\%$ となり、術後1日目は $81.3 \pm 1.25\%$, 3日目は $82.3 \pm 2.56\%$, 5日目は $80.9 \pm 1.54\%$, 7日目は $77.9 \pm 0.25\%$ となり、術後3日目で胃管先端の水分量は最大となり、以後減少して術後7日目ではほぼ術前値までに復した。コントロールとして組織障害のないと思われる小腸組織の水分量を測定し

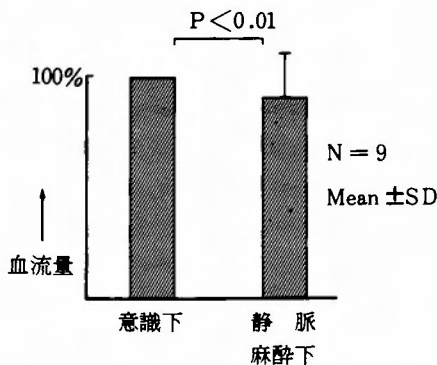


図14 静脈麻酔の胃管先端血流量に及ぼす影響

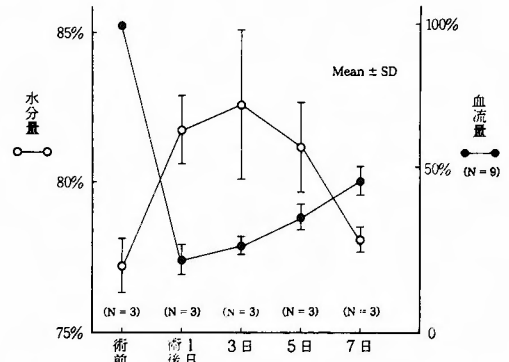


図15 胃管先端血流量と胃管先端水分量との関係

てみると術前、術後1日目、3日目、5日目、7日目の水分量はそれぞれ $81.0 \pm 0.16\%$, $81.3 \pm 2.35\%$, $81.3 \pm 1.05\%$, $80.9 \pm 0.77\%$, $80.9 \pm 0.33\%$ となりほぼ一定の値を示した。胃管の先端水分量の変化と先端組織血流量の変化との関係をみると、相関係数 -0.90 ($P < 0.05$)で、逆の相関が認められた。

[8] A. 血清カテコールアミンの術後変化と胃管血流との関係 (図16)

血清カテコールアミンのうち血清ノルアドレナリンを測定した。血清ノルアドレナリン値は術前は 0.260 ± 0.116 ng/ml, 胃管作製直後は 0.584 ± 0.064 ng/ml, 術後1日目は 0.282 ± 0.065 ng/ml, 2日目は 0.566 ± 0.073 ng/ml, 3日目は 0.462 ± 0.102 ng/ml, 4日目は 0.348 ± 0.066 ng/ml, 5日目は 0.290 ± 0.067 ng/ml, 6日目は 0.287 ± 0.097 ng/ml, 7日目は 0.270 ± 0.042 ng/ml で、術直後最大値を示し、術後1

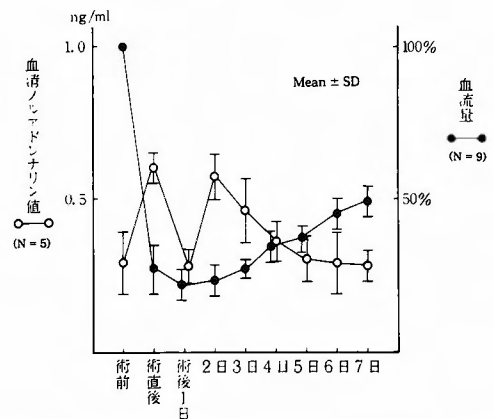


図16 胃管先端血流量と血清ノルアドレナリン値との関係

日目に低下し、ほぼ術前の値を示した。術後2日目に再度上昇し、2日目に降漸減し術後7日目はほぼ術前値に復した。この血清ノルアドレナリン値の変動と術後の胃管先端血流量の変動との関係を見ると、相関係

数 -0.61 ($P < 0.05$) で、逆の相関が認められた。

[8] B. 血清コルチゾールの術後変化と胃管血流との関係 (図17)

血清コルチゾールは、術前値 1.5 ± 0.8 mmg/dl, 術直後 10.1 ± 1.4 mmg/dl, 術後1日目は 5.8 ± 2.2 mmg/dl, 2日目は 2.6 ± 1.6 mmg/dl, 3日目は 3.0 ± 1.4 mmg/dl, 4日目は 1.7 ± 0.4 mmg/dl, 5日目は 1.6 ± 0.6 mmg/dl, 6日目は 1.4 ± 0.3 mmg/dl, 7日目は 1.3 ± 0.2 mmg/dl となり、術直後に最大値を示し、これ以降漸減し、術後1週間でほぼ術前値に回復した。この血清コルチゾールの変動と胃管先端血流量との関係を見ると相関係数 -0.66 ($P < 0.05$) で逆の相関を示した。

[9] 胃管血流の日内変動と血清カテコールアミン(血清ノルアドレナリン)及び血清コルチゾールとの関係 (図18, 19)

術後4日目の大彎側胃管作製犬で、午前8時より4時間毎に24時間に亘り、先端血流と血清ノルアドレナ

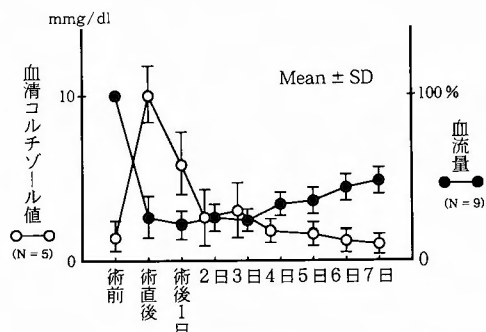


図17 胃管先端血流量と血清コルチゾール値との関係

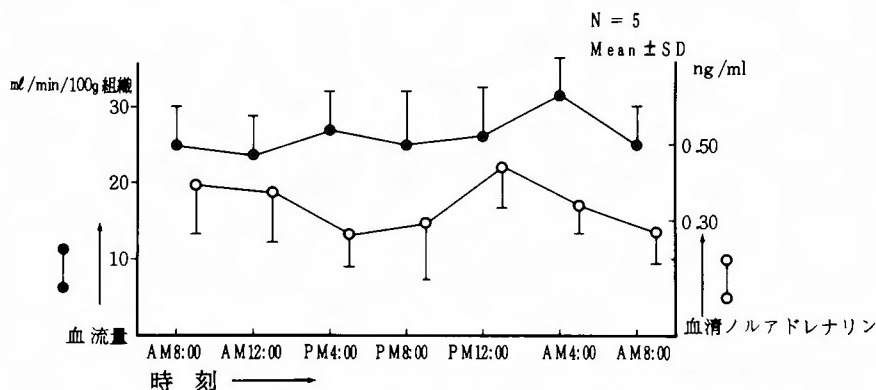


図18 術後4日目の胃管先端血流量と血清ノルアドレナリン値の日内変動

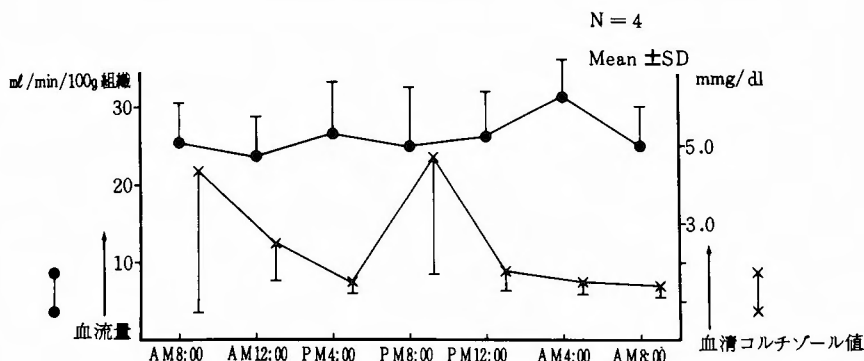


図19 術後4日目の胃管先端血流量と血清コルチゾール値の日内変動

リン及び血清コルチゾールを意識下で測定した。先端血流は午前4時に 32 ml/min/100 g と幾分高値を示した以外 24 ml/min/100 g ないし 27 ml/min/100 g の範囲で、程度の弱い変動を示した。血清ノルアドレナリンは午前8時に $0.396 \pm 0.136 \text{ ng/ml}$ と高値を示し、以降漸減し午後4時に $0.260 \pm 0.076 \text{ ng/ml}$ と最低となったが、以降漸増して午前0時に $0.428 \pm 0.104 \text{ ng/ml}$ と最高値をとった。以後は午前8時まで低下し続けた。血清コルチゾールは午前8時に $4.3 \pm 3.7 \text{ mmg/dl}$ を示し、これより漸減して午後4時に低値をとり、これ以降増加して、午後8時に $5.0 \pm 3.1 \text{ mmg/dl}$ と最高値をとり、これより午前8時まで漸減した。胃管先端血流と血清ノルアドレナリンあるいは血清コルチゾールとの間には、術後4日目において相関関係を見いだせなかった。

考 察

食道再建用臓器として胃を用いる方法は今日の臨床で最も一般的な方法である。胃管を用いた食道再建術後の縫合不全発生頻度は施設あるいは術者によりかなりの相違があるが、発生頻度はかなり高率で^{14,29,34)}、術中術後管理の発達した現在でも縫合不全の問題は重要である。縫合不全発生の原因として大きくわけて、再建経路に見合うだけの十分な長さの胃管を得られないために起こる吻合部の緊張と、胃管の血流不全が推測されている。現在諸家により、より長い胃管を得る工夫がなされている。すなわち羽生¹⁰⁾ らは全胃管の漿膜筋層に横切を加えることにより、御子柴²⁵⁾ らは胃管の漿膜筋層を広く剝離することにより胃管の延長をはかり、吻合部を大綱で被覆することにより縫合不全が減少したと報告している。又井口¹⁵⁾ らは全胃管を形成胃管とすることにより、全胃管長の31%増の胃管が得られると報告し、更に胃管作製時にベツツを使用せずに、層々二層縫合を行えば、胃管は更に延長できると報告している。

胃管の血流不全を改善させる目的で従来より種々の工夫がなされてきた。荒木³⁾、Moore²⁶⁾、Goldsmith⁸⁾ らは食道胃吻合部を有茎大網膜で被覆し、最後に側副血行路の新生を期する術式を提唱し、中山³¹⁾、中村²⁸⁾、松本²²⁾、石上^{16,17)} らは胃管の血管と頸部の血管を直接吻合して血行の改善をはかる術式を報告している。しかし、問題の全てが解決されたとは言えない。従来より食道再建用胃管の血行動態に関する研究は見られるが^{18,35,39)}、基本的な事項に関しても未だ完全な意見の

一致を見ていない。たとえば細い胃管の方が太い胃管より血流がよいとする報告^{35,40)} がある一方、比較的幅の広い胃管の方が血流が良好であるとする報告²⁰⁾ もある。従来の研究は急性実験で胃管作製直後の血流変化を見たものが多く、慢性的に胃管の血行動態を詳細に検討した報告は見あたらない。今回著者は水素ガスクリアランス法を用いて、胃管の組織血流を種々の状態、条件下において、急性及び慢性的に測定した。

従来より臓器組織血流は主に交叉熱電対式組織血流測定法、microsphere 法などにより測定されてきたが、測定値の再現性に乏しく、又慢性的に一定部位の血流を測定しえないという短所をもっていた。水素ガスクリアランス式組織血流測定法は1964年の Auckland による発表³⁾ 以来各分野で使用されている。水素ガスクリアランス法の特徴は1) 同時に同一臓器中の二ヶ所以上の局所血流を測定しうる、2) 同一部位における血流変動を経時的に何回もくりかえし測定しうる、3) 麻酔下、意識下を問わず測定しうる、4) 水素ガスは生体に無害で、とりわけ循環系への影響がほとんどないこと、等である^{5,9,12,21)}。

胃壁の各層の血流分布は K⁴² クリアランス法を用いた Delaney⁷⁾ らの報告によれば、粘膜層に72%、粘膜下層に13%、筋層に15%であり、粘膜・粘膜下層で全体の85%をしめており、粘膜・粘膜下層の血流の豊富さを報告している。従来より吻合部の創傷治癒に関して粘膜・粘膜下層の重要性が言われてきた¹⁾。米沢⁴⁰⁾ らも microsphere を用いた実験で、胃管作製時の血管切離や切除等の影響をうけやすいのは、血流量の豊富な粘膜・粘膜下層であり、血流量の少ない漿膜筋層は影響をうけにくいことを報告し、胃管の血行動態を把握するには粘膜・粘膜下層の血流を測定することが重要であると強調している。そこで著者も白金電極を粘膜・粘膜下層と思われる部位に埋没して、一連の組織血流を測定した。

食道再建用胃管として太い全胃管を臨床で使用しているものもある²⁾、細い胃管の有用性を報告しているものもある^{13,35)}。丸山²⁰⁾ は人胃管の micro-angiography から胃管の血流を検討し、できるだけ胃壁特に粘膜下層の血管網を温存した方が胃管先端の血行を保つのに有利であるとして、比較的幅の広い胃管の方がよいとしている。一方杉町³⁵⁾ らは細い大彎側胃管で最も血流がよいとしている。今回の実験で幅の広い全胃管と臨床的に用いられている約3cm 幅の大彎側胃管を同一犬にて測定したところ細い3cm 幅の

大彎側胃管の方が、幅の広い全胃管よりも76%血流量が多かった。胃管はほぼ右胃大網動脈によって栄養されており、この動脈の支配領域が減少したことにより、胃管内の血流量が増加したものと思われる。この結果は杉町らの報告とほぼ一致する³⁵⁾。

胃管を頸部で食道と吻合する場合、胃管に対してある程度の張力がかかることは容易に想像できる。500 gの張力を、左頸部方向で胃管の長軸方向に付加してみると12%の先端血流の減少をみた。この500 gの張力は実際の臨床では付加されえないと思われる大きな張力であり、日常臨床的には12%以下の血流減少に止まると思われる。空腸茎に張力を付加した平出¹¹⁾の実験の血流量の減少33.6%と比較してみると、長軸方向への張力付加による血流減少は少ないことになる。頸部吻合の場合、胃管の長さが短かいために食道胃管吻合部に物理的緊張がかかり縫合不全が発生すると想像されているが、吻合部の緊張のために、吻合部胃管の血流低下がおこり、そのために縫合不全が発生するのではなく、吻合部食道胃管相互間の物理的な緊張そのものが創傷治癒過程を障害させ縫合不全が発生するものと推測できる。

従来長い胃管を得るために諸家により色々工夫されているが^{10,15,25)}、その中で羽生¹⁰⁾らの胃管漿膜筋層剝離横割法は胃管の延長を計り吻合部の物理的な緊張を解除する方法としては、いわゆる山岸胃管³⁸⁾とともに有用な方法である。先端血流をあまり減少させず胃管の延長が計れると報告している。著者も3 cm幅の大彎側胃管に3ヶの漿膜筋層切離を加えたが、胃管先端に有意な血流量減少を認めなかった。

中村³⁰⁾らは食道再建用胃管の viability の判定法として fluorescein を静注する方法を考案している。右胃大網動脈の最終拍動枝より約5 cm以内で吻合を行えば血行面では問題はないと結論づけている。又間嶋¹⁸⁾は³²P 標識赤血球を用いて Kirschner・中山式胃管の血流量を測定して、胃管先端部に近づくにつれて血流量は減少し、正常部の約70%以下の血流量を示す部位において、胃管壁に壊死が発生したと述べている。今回の水素ガスクリアランス法にて測定の結果、右胃大網動脈の最終拍動枝より4.5 cmまでは血流量は徐々に減少し、最終拍動枝の部位の62.5%の血流量があった。しかし6 cmの部位になると血流量が急に減少して、最終拍動枝の部位の38%の血流量となり、7.5 cmの部位の血流量は測定不能であった。4.5 cmの部位では壊死を全く認めなかったが、6 cmの部位では5

例のうち2例に壊死を認めた。以上の結果より右胃大網動脈の最終拍動枝より4~5 cmまでは血流低下による胃管壊死はなく吻合に供してもさしつかえない部位であると思われる。

今回の実験結果より無操作胃より約3 cm幅の細い大彎側胃管を作製すれば血流低下がかなり防げることが判明した。胃管の血流低下の原因として次のことが考えられる。すなわち1) 胃管は、一部は右胃動脈で栄養されているが、主として右胃大網動脈で栄養されており、血流の多い左胃動脈、左胃大網動脈が切離されてしまう事。2) 胃の小彎側切除のための機械的損傷、反射性血管収縮がおこる事。3) 両側迷走神経切除のために胃管は交感神経優位の状態になる事、等である。

自律神経系が胃血流に及ぼす影響に関して Peter³³⁾、Bell⁶⁾らは両側幹迷走神経切断は胃血流を減じ、交感神経刺激は胃血流の減少をもたらすと報告している。松尾²³⁾は水素ガスクリアランス法にて、ラットを使い、両側迷走神経切断にて胃血流量は65%減少し、両側内臓神経切断では、胃血流量はやや増加する傾向を示したと報告した。今回著者は両側迷走神経切断後の交感神経緊張性の胃管の血流不全を改善すべく、総肝動脈周囲の交感神経線維を可及的に切除した。このことにより胃管先端の血流量は53%増加した。交感神経切除前後の心拍出量に統計学的な有意な変化を認めなかったのも、先端血流の増加は、心拍出量の増加と無関係といえる。杉浦³⁶⁾は、⁵¹P 標識赤血球を用いて右胸部交感神経節 (Th₅₋₁₀) 切除後の Kirschner・中山式胃管の血流を測定して先端血流の増加を認めている。同様に三井²⁴⁾は水素ガスクリアランス法を用いて、右胸部交感神経節 (Th₅₋₁₀) 切除後の Kirschner・中山式胃管の血流を測定して32.2%の血流増加を認めている。人の胃に対する自律神経支配の詳細は未だ完全に解明されていないが、迷走神経支配がなくなり相対的に交感神経支配の優位となった胃管に交感神経支配をたつきけることは、胃管先端血流量の増加をもたらすという点において有効な手段であり、著者の総肝動脈周囲の交感神経切除は、手技的に非常に簡単であり、臨床的にも有効な手段となりうると思われる。

臨床食道再建術後約1週間の間に縫合不全の発生をよく経験する。その縫合不全発生原因の最も重要な因子の1つとして、吻合部胃管の血流不全が推測されている。しかし食道再建術後の胃管の血流動態の詳細な報告はほとんど見あたらない。著者は犬の胃管血流

を意識下で1週間にわたり測定した。総肝動脈周囲の交感神経切除を付加していない胃管の先端血流は術後3日間にわたり低下した状態で経過し、術後4日目より段階的に上昇を示した。術後7日目で血流量は無操作胃の45%、胃管作製時の124%であった。今までにも、術後において、血流量の低下した状態が続くことは推測されていて、血流量の少ないと思われる期間石上¹⁷⁾らは酸素の大量投与を行うべきであると報告している。今回の著者の実験結果でも血流量の低下した状態の続く術後3日間は酸素投与等を含めて特に注意を要する期間であると思われる。

交感神経切除付加の胃管先端血流は術後1日目は、神経切除のない胃管先端血流と同様に低値を示すが、それ以降の血流増加の状態は、神経切除のない胃管血流に比べて、非常に良好であった。総肝動脈の周囲の交感神経を切除するという非常に簡単な操作により胃管先端の血流量が増加し、さらに血流の回復過程が非常に良好となった。今後臨床において応用されてよい方法だと思われる。

手術操作中の胃管に対する manipulation や、術後の低血流状態ひいては低酸素状態等が原因となりひきおこされる浮腫は、術後3日目が最大となり、術後7日目でもまだ軽度の浮腫が残っている状態であった。術後1週間の胃管先端部の浮腫の消退と血行動態は、ほぼ逆の相関関係を示した。血流低下が浮腫の発生を助長し、逆に浮腫が血流低下をもたらすという悪循環が、術後早期の胃管先端部の血行動態に悪影響を与えていると思われる。これらのことより術中操作において胃管特に血流状態の悪い先端部は極力愛護的に取り扱うべきと思われる。

消化器系の手術の中でも特に手術侵襲が大きいと思われる食道癌切除は、生体内の環境を著しく変化させ、各種ホルモン及びアミン類に特異的な変化をおこさせることはよく知られている。しかし術後の胃管の組織血流と手術侵襲という関係から展望した報告は少ない。大柳²²⁾らは血清ノルアドレナリンは食道癌手術で著明な増加を示し、以下胃全摘術、胃部分切除術、胆嚢切除術の順に分泌量が減少したことを認め、血清ノルアドレナリンの増加と、術後管理の困難性ならびに回復の遅延の、よい相関性を報告している。Walker²⁷⁾は手術前後のノルアドレナリン、VMA等を測定してノルアドレナリンは術後2日目より高くなり3日目で最高値を示し、4日目に回復したと報告している。今回著者は血清ノルアドレナリン、血清コルチ

ゾールと胃管の血行動態との関連性を術後1週間に亘り観察したところ、胃管先端血流と血清ノルアドレナリン及び血清コルチゾールはそれぞれ逆の相関を示した。手術侵襲による全身的な生体の反応の1つである末梢血管収縮作用のあるノルアドレナリンの増減が局所の胃管先端血流に直接どの程度影響を及ぼしているかの量的測定はできないが、手術侵襲の程度と相関する血清ノルアドレナリンの増減は、術後の胃管先端血流の動態を規定している諸因子の1つと推測される。

血中カテコールアミン、血中コルチゾールは他のホルモンと同様に日内リズムを持っていることは広く認められている²⁷⁾。胃管先端血流に日内変動が存在するが否かの報告は未だ見あたらない。術後の吻合部の創傷治癒の完成する重要な時期に、食道再建用胃管の組織血流に顕著な日内変動があるか否かを確認することは、術後の患者管理をする上で重要と思われる。著者は手術の影響が強く残っていると思われる術後4日目に、絶食下意識下の犬で、食道再建用胃管の血流を、血清ノルアドレナリン及び血清コルチゾールと共に24時間測定した。血清ノルアドレナリン及び血清コルチゾールには日内変動を確認したが、胃管先端血流には、はっきりとした日内変動を認めなかった。

結 語

雑種成犬を用い、種々の条件下、状態下で食道再建用胃管の先端血流量を水素ガスクリアランス法にて測定して以下の結果を得た。

1. 同一犬にて、全胃管を作製後約3cm幅の大彎側胃管（以下胃管）に再形成した場合、先端血流量は76%増加した。
2. 胃管に500gの張力を頭側方向に付加すれば、先端血流量は12%減少した。
3. 胃管に漿膜筋層の切離を全周性に3ヶ所付加しても、先端血流量にほとんど影響を及ぼさなかった。
4. 胃管において、右胃大網動脈の最終拍動枝より口側6cmの部位まで血流測定が可能であり、血流量は最終拍動枝の部位より口側に遠ざかるにつれて、ほぼ直線的に減少した。右胃大網動脈の最終拍動枝より3cm及び4.5cm口側を縫合閉鎖した群では、縫合不全が認められなかったが、6cm口側を縫合閉鎖した群では5例のうち2例に縫合不全が認められた。
5. 胃管に総肝動脈周囲の交感神経切除を付加すれば、先端血流量は53%増加した。

- 6a). 交感神経非切除群の胃管の先端血流動態を1週間観察すると、術後3日間は血流量が低下したが、術後4日目より段階的に増加し、術後7日目で血流量は無操作胃の45%、胃管作製時の124%となった。
- b). 交感神経切除群の胃管の先端血流動態を術後1週間観察すると、血流量は術後1日目に最低となり、それ以後血流量は急速に回復し、術後7日目で血流量は無操作胃の58%、交感神経切除直後の胃管の107%となった。

総肝動脈周囲の交感神経切除の効果は少なくとも術後1週間は持続した。

7. 静脈麻酔は、胃管先端血流量を約10%減少させた。
8. 術後1週間における胃管先端水分量の変動は、胃管先端血流量の変動と逆の相関を示した。
9. 術後1週間における血清ノルアドレナリンと血清コルチゾールの変動はそれぞれ胃管先端血流量の変動と逆の相関を示した。
10. 術後4日目において、血清ノルアドレナリンと血清コルチゾールには日内変動を認めたが、胃管先端血流にははっきりとした日内変動を認めなかった。

本論文の要旨は第17回、第19回日本消化器外科学会総会において発表した。

稿を終るにあたり、研究の機会を与えられ、御指導、御校閲下さった京都大学第1外科戸部隆吉教授、直接御指導いただいた住友病院長嶺根一外科部長、京都大学第1外科今村正之講師に感謝するとともに、ご協力いただいた京都大学第1外科胃食道グループの諸氏に心より感謝する。

文 献

- 1) 赤倉一郎, 中村嘉三, 森末久雄, 他: 消化管吻合ならびに食道吻合における基礎的諸問題. 手術 21: 313-324, 1967.
- 2) Akiyama H, Miyazono H, Tsurumaru M, et al.: Use of the stomach as an esophageal substitute. Ann Surg 188: 606-610, 1978.
- 3) 荒木千里: 食道胃吻合術に関する実験的研究. 日外宝 9: 206-223, 1932.
- 4) Aukland K, Bower BF, Berliner RW: Measurement of local blood flow with hydrogen gas. Circ Res 14: 164-187, 1964.
- 5) Aune S, Semb LS: The effect of secretin and pancreozymin on pancreatic blood flow in the conscious and anesthetized dog. Acta Physiol Scand 76: 406-414, 1969.
- 6) Bell PRF, Battersby C: Effect of vagotomy on gastric mucosal flow. Gastroent 54: 1032-1037, 1968.
- 7) Delaney JP, Grim E: Canine gastric blood flow and its distribution. Am J Physiol 207: 1195-1202, 1964.
- 8) Goldsmith HS, Kiely AA, Randall HT: Protection of intrathoracic esophageal anastomoses by omentum. Surgery 63: 464-466, 1968.
- 9) Haining JL, Turner MD, Pantall RM: Measurement of local cerebral blood flow in the unanesthetized rat using a hydrogen clearance method. Circ Res 23: 313-324, 1968.
- 10) 羽生富士夫, 榊原 宣, 小林誠一郎, 他: 食道癌に対する胸部食道全剝, 胸壁前食道胃吻合術一吻合部縫合不全を防止する新しい術式—. 臨床外科 26: 29-33, 1971.
- 11) 平出星夫: 空腸による食道再建術の研究. 日消外会誌 10: 178-190, 1977.
- 12) Hyman ES: Linear system for quantitating hydrogen at a platinum electrode. Circ Res 9: 1093-1097, 1961.
- 13) 池田正仁, 杉町圭蔵, 奥平恭之, 他: 食道再建用胃管の血流量に関する実験的研究. 最新医学 35: 1735-1737, 1980.
- 14) 今村正之, 大石 健, 嶋田 裕, 他: 教室における食道癌治療の現況. 日外宝 55: 260-269, 1986.
- 15) 井口 潔, 中村輝久, 三戸康郎, 他: 再建食道のための長い胃管作製の新しい工夫. 手術 28: 1-5, 1974.
- 16) 石上浩一, 鈴木惟正, 藤井正隆, 他: Kirschner・中山式胃管による胸郭前食道再建術. 胸部外科 24: 409-414, 1971.
- 17) 石上浩一, 鈴木惟正, 今井泰雄, 他: 上中胸部食道癌切除後, 胸壁前食道胃吻合術における吻合部縫合不全への対策. 日消外会誌 7: 26-32, 1974.
- 18) 間嶋正徳: 胸郭前食道胃または食道空腸吻合創の治療機転の研究, とくに胸郭前移植胃空腸管に発生する壊死機転について. 日外宝 28: 1766-1783, 1959.
- 19) Magno M, Szidon JP: Hemodynamic pulmonary edema in dogs with acute and chronic lymphatic ligation. Am J Physiol 231: 1777-1782, 1976.
- 20) 丸山圭一: 食道, 胃, 小腸, 大腸の微細血管構築(吻合部癒合反応への影響). 現代の臨床 9: 92-96, 1975.
- 21) 丸山幸夫: 心筋局所血流量に関する研究. 東北医誌 85: 217-252, 1971.
- 22) Matumoto T: Studies on esophageal reconstruction by means of the pedunculated gastric tube with additional microvascular anastomosis. Arch Jpn Chir 34: 1118-1136, 1965.
- 23) 松尾 裕: 消化管粘膜の防禦機構一粘膜血流を中心として—. 東京, 医学図書出版, 昭57.
- 24) Mii T: Relationship between autonomic innervation and hemodynamics of the gastric tube for

- esophageal reconstruction, especially the effect of thoracic sympathectomy on the microcirculatory disturbance in the gastric tube. Arch Jpn Chir 50: 747-768, 1981.
- 25) 御子柴幸男, 羽生富士夫, 後町浩二, 他. 新しい胸壁前食道胃吻合術—胃管漿筋層剝離, 有茎大網被覆法—. 手術 27: 667-676, 1973.
- 26) Moore TC, Goldstein J: Use of intact omentum for closure of full thickness esophageal defects. Surgery 45: 899-904, 1959.
- 27) 森本靖彦: バイオリズムとその機構. 東京, 講談社, 1978.
- 28) 中村輝久, 井口 潔: 血行再建によって安全ならしめた胃管利用の胸壁前食道再建術. 手術 25: 21-26, 1971.
- 29) 中村輝久, 井口 潔, 杉町圭蔵, 他: 胃管による安全な食道再建術—とくにわれわれの縫合不全対策を中心として—. 外科治療 33: 1-8, 1975.
- 30) 中村輝久, 平野雅士, 杉町圭蔵, 他. Fluorescein による再建食道としての胃管 Viability 判定法の工夫. 手術 28: 1265-1270, 1974.
- 31) 中山恒明, 山本勝美, 矢沢知海, 他: 食道外科手術に於ける中山式細小血管吻合器の手術術式. 外科治療 7: 250-257, 1962.
- 32) 大柳治正, 光野孝雄 術後代謝の基礎と臨床. 東京, 真興交易医書出版部, 昭55.
- 33) Peter ET, Nicoloff DM, Leonard AS, et al: Effect of vagal and sympathetic stimulation and ablation on gastric blood flow. JAMA 183: 1003-1005, 1963.
- 34) 佐藤 博, 小越章平: 消化管縫合不全の予防と対策. 胃全摘術後. 外科診療 19: 1024-1028, 1977.
- 35) 杉町圭蔵, 上尾裕昭, 夏田康則, 他: 食道再建用胃管の太さと血流量に関する研究. 日消外会誌 12: 122, 1979.
- 36) Sugiura N: Impaired blood circulation in the gastric tube utilized for esophageal reconstruction as a sequel to vagotomy with special reference to sympathectomy as a counter measure. Arch Jpn Chir 35: 1-22, 1965.
- 37) Walker, WF: Adrenal response to cardiac surgery. Proc Roy Soc Med 58: 29-31, 1965.
- 38) Yamagishi M, Ikeda N, Yonemoto T: An isoperistaltic gastric tube [new method of esophageal replacement]. Arch Surg 100: 689-692, 1970.
- 39) 米沢 健: 食道再建用胃管の血流に関する実験的研究. 日消外会誌 9: 575-582, 1976.
- 40) 米沢 健, 土屋周二, 細井英雄, 他: 食道再建用胃管の挙上性と血流に関する臨床的実験的研究. 日消外会誌 13: 1-7, 1980.